

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 35 795.1

**Anmeldetag:** 5. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Medizinische Vorrichtung

**IPC:** A 61 B 6/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Dezember 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wehner'.

Wehner

## Medizinische Vorrichtung

Die Erfindung betrifft eine medizinische Vorrichtung mit einer zum Speichern eines Bilddatensatzes vom Körper eines Lebewesens vorgesehenen Datenverarbeitungseinrichtung, mit einem zur Einführung in den Körper des Lebewesens vorgesehenen medizinischen Instrument und mit einem Navigationssystem zur Bestimmung der Position des medizinischen Instruments relativ zum Körper des Lebewesens.

Eine derartige medizinische Vorrichtungen ist u.a. in der DE 199 51 502 A1 beschrieben. Beispielsweise mit einem Röntgengerät wird der Bilddatensatz, der insbesondere ein dreidimensionaler Bilddatensatz ist, von dem interessierenden Bereich des Körpers eines Patienten erstellt. Während insbesondere eines minimal invasiven Eingriffs führt z.B. ein Chirurg das medizinische Instrument in den Körper des Patienten ein. An dem medizinischen Instrument ist ein Positionssensor des Navigationssystems angeordnet, so dass das Navigationssystem die Position, d.h. die Lage und Orientierung des medizinischen Instruments, relativ zum Körper des Patienten bestimmt. Aufgrund der Positionsbestimmung, also aufgrund einer Bestimmung der Ortskoordinaten des medizinischen Instruments, kann anschließend ein Abbild des medizinischen Instruments in das dem Bilddatensatz zugeordnete Bild, das z.B. mit einem Monitor dargestellt wird, eingeblendet werden.

Der Bilddatensatz kann präoperativ, z.B. mit einem Computertomographen, hergestellt werden. Für die Einblendung des Abbildes des medizinischen Instruments ist eine räumliche Transformation der bezüglich eines ersten Koordinatensystems angegebenen Koordinaten des in definierter Weise an dem medizinischen Instrument angeordneten Positionssensors des Navigationssystems in die räumlichen Koordinaten des für die Navigation verwendeten, mit dem Computertomographen gewonnenen Bildes des Patienten notwendig. Diese Transformation wird als Registrierung bezeichnet. Für die Registrierung können Marker

am Patienten angebracht werden. Die Positionen der Marker werden zum Einen mit dem Positionssensor des Navigationssystems in dem ersten Koordinatensystem identifiziert und zum Anderen beispielsweise durch manuelle Eingabe mit einem Eingabemittel im Koordinatensystem des mit dem Computertomographen gewonnenen und zur Navigation verwendeten, in einer Datenverarbeitungseinrichtung gespeicherten Bildes identifiziert. Aus den beiden, in dem ersten Koordinatensystem und in dem Koordinatensystem des zur Navigation verwendeten Bildes identifizierten Punktmengen der Marker kann schließlich eine Transformation berechnet werden, die während der Navigation die in dem ersten Koordinatensystem mit dem Positionssensor des Navigationssystems erfassten Positionen des medizinischen Instruments in die Koordinaten des Bildes transformiert.

Wird der Bilddatensatz des Körpers des Patienten intraoperativ, z.B. mit einem Röntgengerät, wie es beispielsweise ebenfalls in der DE 199 51 502 A1 beschrieben ist, erstellt, so kann das Navigationssystem auch derart ausgeführt sein, dass es neben der Position des medizinischen Instruments auch die Position des Röntgengerätes bestimmt, so dass eine Registrierung für die Einblendung des Abbildes des medizinischen Instruments in das Bild des Körpers des Patienten unterbleiben kann.

Mit einem minimal invasiven Eingriff können beispielsweise Knochenfragmente, wie sie beispielsweise nach Splitterbrüchen entstehen, reponiert werden. Die Knochenfragmente werden mit einem in den Körper des entsprechenden Patienten eingeführten medizinischen Instrument ergriffen und anschließend reponiert. Zur Reponierung von Knochenfragmente geeignete medizinische Instrumente sind beispielsweise in Irmengard Middelaanis, Marget Liehn, Lutz Steinmüller, Rüdiger Döhler (Hrsg.), "OP-Handbuch, Grundlagen Instrumentation OP-Ablauf", Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1995, Seiten 159 und 160 beschrieben bzw. abgebildet. Mit den bekannten und obenstehend beschriebenen medizinischen Vorrichtungen kann zwar die Bewe-

gung des medizinischen Instruments während des Eingriffs aufgrund der Einblendung des Abbildes des medizinischen Instruments in das Bild vom Körper des Patienten verfolgt werden. Eine Visualisierung der aufgrund der Reponierung veränderten  
5 Position der Knochenfragmente ist jedoch gemäß dem Stand der Technik nicht möglich.

Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine medizinische Vorrichtung derart auszugestalten, dass mit ihr ein Abbild eines  
10 bewegten Knochenfragments besser hergestellt werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine medizinische Vorrichtung, aufweisend eine zum Speichern eines Bilddatensatzes vom Körper eines Lebewesens vorgesehene Datenverarbeitungseinrichtung, an die ein Sichtgerät zum Visualisieren des  
15 dem Bilddatensatz zugeordneten Bildes zumindest indirekt anschließbar ist, Mittel zum Segmentieren von wenigstens einem in dem Bild dargestellten Knochenfragment des Lebewesens, ein zur Einführung in den Körper des Lebewesens vorgesehenes medizinisches Instrument, mit dessen in den Körper eingeführtem  
20 Ende das Knochenfragment ergreifbar und mit dem medizinischen Instrument bewegbar ist, ein Navigationssystem zur Bestimmung der Position des medizinischen Instruments relativ zum Körper des Lebewesens während das Knochenfragment mit dem medizinischen Instrument bewegt wird und die Datenverarbeitungseinrichtung derart ausgeführt ist, dass sie aufgrund der mit dem  
25 Navigationssystem bestimmten Position des medizinischen Instruments relativ zum Körper des Lebewesens die veränderte Position des Knochenfragments bestimmt und diese im Bild anzeigt.  
30

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst die Datenverarbeitungseinrichtung, in der der Bilddatensatz vom Körper des Lebewesens gespeichert ist. Wird der Bilddatensatz mit einem  
35 Röntgengerät, wie es gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, hergestellt, kann die Datenverarbeitungseinrichtung z.B. ein Bildrechner des Röntgengerätes

sein. Mit dem Sichtgerät, das zumindest indirekt an die Datenverarbeitungseinrichtung anschließbar ist, kann beispielsweise ein Arzt das den Bilddatensatz zugeordnete Bild, das ein Röntgenbild ist, wenn der Bilddatensatz mit einem Röntgengerät aufgenommen wird, betrachten. Mit den Mitteln zum Segmentieren, die die erfindungsgemäße medizinische Vorrichtung aufweist, kann der Arzt einzelne, in dem Bild abgebildete Knochenfragmente des Lebewesens segmentieren. Knochenfragmente entstehen beispielsweise nach einem Splitterbruch und unter Segmentieren versteht man ein Identifizieren und Umreißen und/oder Abgrenzen der Konturen von interessierenden Bildausschnitten. Verfahren zum Segmentieren einzelner Bildausschnitte sind u.a. in der US 2001/0055016 A1 beschrieben.

- 15 Nach dem Segmentieren des Knochenfragments kann der Arzt den für das Reponieren des Knochenfragmentes notwendigen Eingriff planen und simulieren.

Anschließend führt der Arzt das medizinische Instrument in den Körper des Lebewesens ein, um mit dem medizinischen Instrument das Knochenfragment, dessen Abbild er vorher segmentiert hat, zu ergreifen. Für ein gezieltes Ergreifen des Knochenfragments kann zusätzlich das Abbild des medizinischen Instruments, dessen Position mit dem Navigationssystem bestimmt wird, in das Bild des Körpers des Lebewesens eingeblendet werden.

Durch das Ergreifen des Knochenfragmentes mit dem medizinischen Instrument ist das Knochenfragment mit dem medizinischen Instrument wenigstens im Wesentlichen starr verbunden, so dass es mit dem medizinischen Instrument für dessen Reponierung bewegt werden kann. Da außerdem die räumliche Ausdehnung und aufgrund des Navigationssystems die Position des medizinischen Instruments relativ zum Körper des Lebewesens bekannt sind, ist auch die Position des mit dem medizinischen Instrument bewegten Knochenfragments relativ zum Körper des Lebewesens bekannt. Deshalb ist es möglich, die durch die Be-

wegung geänderte Position des Knochenfragments im Bild des Körpers des Lebewesens nachzuführen. Somit erhält der Arzt ein aktuelles Abbild vom Körper des Lebewesens und der geänderten Position des bewegten Knochenfragments, ohne ständig  
5 ein neues Röntgenbild vom Körper des Lebewesens anzufertigen.

Die erfindungsgemäße medizinische Vorrichtung kann insbesondere dann den Arzt bei der Reponierung des Knochenfragments unterstützen, wenn, wie es gemäß einer besonders bevorzugten  
10 Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, der Bilddatensatz ein Volumendatensatz ist.

Der Bilddatensatz kann aber auch insbesondere, wie es nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist,  
15 aus multiplen 2D-Projektionsbilder gewonnen werden. Die multiplen 2D-Projektionen sollten vorzugsweise orthogonal sein.

Wird der Bilddatensatz, wie es gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, präoperativ hergestellt, dann  
20 wird gemäß einer Variante der Erfindung vor der Bestimmung der Position des medizinischen Instruments relativ zum Körper des Lebewesens eine Registrierung vorgenommen.

Der Bilddatensatz kann aber auch, wie es gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen  
25 ist, intraoperativ hergestellt werden.

Insbesondere bei einem intraoperativ hergestellten Bilddatensatz umfasst die medizinische Vorrichtung gemäß einer weiteren Variante der Erfindung ein C-Bogen Röntgengerät. Die Position des C-Bogen Röntgengerätes wird dabei gleichzeitig mit  
30 der Position des medizinischen Instruments erfasst.

Umfasst die medizinische Vorrichtung, wie es nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, ein Referenzelement, das an das Lebewesen angeordnet wird und mit dem  
35 die Position des Lebewesens gleichzeitig mit der Position des

medizinischen Instruments erfassbar ist, so sind Voraussetzungen geschaffen, dass die veränderte Position des Knochenfragments auch bei einer Bewegung des Lebewesens ausreichend genau bestimmt werden kann.

5

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der beigefügten schematischen Zeichnung exemplarisch dargestellt. Die Figur zeigt ein C-Bogen Röntgengerät 1, das im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels einen auf Rädern 2 verfahrbaren Gerätewagen 3 und eine in der Figur nur schematisch angedeutete Hubvorrichtung 4 mit einer Säule 5 aufweist. An der Säule 5 ist ein Halteteil 6 angeordnet, an dem eine Haltevorrichtung 7 zur Lagerung eines C-Bogens 8 angeordnet ist. Am C-Bogen 8 sind einander gegenüberliegend ein Röntgenstrahler 9 und ein Röntgenstrahlenempfänger 10 angeordnet. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels handelt es sich bei dem Röntgenstrahlenempfänger 10 um einen an sich bekannten Festkörperdetektor. Der Röntgenstrahlenempfänger kann jedoch auch ein Röntgenbildverstärker sein. Die mit dem Festkörperdetektor gewonnenen Röntgenbilder können in an sich bekannter Weise auf einer Anzeigeeinrichtung 11 dargestellt werden.

Das in der Figur gezeigte C-Bogen Röntgengerät 1 zeichnet sich dadurch aus, dass mit ihm Volumendatensätze, also 3D-Röntgenbilder vom Körper bzw. von Körperteilen eines auf einer vertikal und horizontal verstellbaren Patientenliege 12 gelagerten Patienten P angefertigt werden können. Zur 3D-Bildgebung ist ein im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels im Gerätewagen 3 des C-Bogen Röntgengerätes 1 angeordneter, in nicht dargestellter Weise mit dem Festkörperdetektor 10 und der Anzeigeeinheit 11 verbundener Bildrechner 13 vorhanden. Der Bildrechner 13 rekonstruiert in an sich bekannter Weise aus 2D-Projektionen, welche bei einer Verstellung des C-Bogens 8, beispielsweise längs seines Umfanges, um ein in einem Bild darzustellendes Körperteil des Patienten P gewonnen werden, den Volumendatensatz von dem darzustellenden

Körperteil und visualisiert den Volumendatensatz als Röntgenbild 14 auf der Anzeigeeinheit 11.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist das Röntgenbild 14 ein Röntgenbild eines gebrochenen Oberschenkelknochen K des Patienten P. Der gebrochene Oberschenkelknochen K ist in der Figur nur teilweise angedeutet. Der gebrochene Oberschenkelknochen K des Patienten P weist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ein Knochenfragment F auf, dessen Abbild 14a im Röntgenbild 14 gezeigt ist. Das Knochenfragment F soll während eines medizinischen Eingriffs mit einem in den Körper des Patienten P eingeführten medizinischen Instrument 22 reponiert werden. Geeignete medizinische Instrumente sind z.B. Repositionszangen oder allgemeines Knocheninstrumentarium, wie sie u.a. in Irmengard Middelanis, Marget Liehn, Lutz Steinmüller, Rüdiger Döhler (Hrsg.), "OP-Handbuch, Grundlagen Instrumentation OP-Ablauf", Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1995, Seiten 159 und 160 dargestellt sind.

Der Bildrechner 13 ist ferner im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels derart konfiguriert, dass einzelne Bildausschnitte und insbesondere das Abbild 14a des Knochenfragments F des Röntgenbildes 14 segmentiert werden können. Dazu wird eine in das Röntgenbild 14 eingeblendete Marke 14b mit einer an den Bildrechner 13 angeschlossenen Rechnermaus 15 an das zu segmentierende Abbild 14a des Knochenfragments F bewegt. Das eigentliche Segmentieren der dem Abbild 14a des Knochenfragments F zugeordneten Bildpunkte wird im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels dadurch initiiert, dass eine in der Figur nicht dargestellte Taste der Rechnermaus 15 aktiviert wird, sobald die eingeblendete Marke 14b an das Abbild 14a des Knochenfragments F herangeführt ist. Der eigentliche Segmentiervorgang wird durch den Bildrechner 13 nach dem Fachmann bekannten Verfahren gesteuert, indem ein auf dem Bildrechner 13 laufendes Rechnerprogramm die Grauwerte des dem Röntgenbild 14 zugeordneten Volumendatensatzes analysiert



und aufgrund der Analyse den Umriss des Abbildes 14a des Knochenfragments erfasst. Nach dem Segmentieren des Abbildes 14a des Knochenfragments F sind im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels die Umrisse des Abbildes 14a schwarz umrandet.

5

In der Figur ist ferner ein optisches Navigationssystem, das Kameras 16, 17 und Referenzelemente 18 bis 20, welche an hinsichtlich ihrer Position zu erfassenden Instrumenten oder Objekten angeordnet sind und von den Kameras 16, 17 aufgenommen werden, dargestellt. Ein Rechner 21 des Navigationssystems  
10 wertet die mit den Kameras 16, 17 aufgenommenen Bilder aus und kann anhand der aufgenommenen Referenzelemente 18 bis 20 die Positionen, d. h. die Lagen und Orientierungen der Referenzelemente 18 bis 20 und somit der Instrumente bzw. Objekte  
15 im Raum ermitteln.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist das Referenzelement 18 an das medizinische Instrument 22, das Referenzelement 19 am C-Bogen Röntgengerät 1 und das Referenzelement 20 an einen Teil des gebrochenen Oberschenkelknochens K  
20 angeordnet. Auf diese Weise kann der Rechner 21 anhand der gewonnenen Kamerabilder jeweils die aktuellen Positionen des medizinischen Instrumentes 22, des C-Bogen Röntgengerätes 1 und des gebrochenen Oberschenkelknochens K ermitteln. Der  
25 Rechner 21, welcher in nicht dargestellter Weise mit dem Bildrechner 13 verbunden ist, stellt dem Bildrechner 13 jeweils die Daten über die aktuellen Positionen des medizinischen Instrumentes 22, des C-Bogen Röntgengerätes 1 und des  
30 Oberschenkelknochens K zur Verfügung, so dass der Bildrechner 13 jeweils die exakte Lage und Orientierung des medizinischen Instrumentes 22 relativ zum Operationssitus ermitteln und ein Abbild 23 des medizinischen Instrumentes 22 in das mit dem C-Bogen Röntgengerät 1 gewonnenen Röntgenbild 14 einblenden  
35 kann. Zu Beginn der Einblendung des Abbildes 23 des medizinischen Instrumentes 22 ist in der Regel eine Registrierungsprozedur erforderlich, bei der die Ausgangslage des medizinischen Instrumentes 22 relativ zum Operationssitus sowie die

Position des C-Bogen Röntgengerätes 1 erfasst wird. Alle weiteren Bewegungen des medizinischen Instrumentes 22 und des C-Bogen Röntgengerätes 1, sowie eine eventuelle Bewegung des Patienten P bzw. dessen Oberschenkels und somit des Oberschenkelknochens K werden über die Kameras 16, 17 und den Rechner 21 gleichzeitig und kontinuierlich erfasst. Änderungen der Positionen des medizinischen Instrumentes 22, des C-Bogen Röntgengerätes 1 oder des Oberschenkelknochens K stehen dem Bildrechner 13 somit quasi unmittelbar zur Verfügung, so dass dieser die Einblendung des Abbildes 23 des medizinischen Instrumentes 22 in das mit dem C-Bogen Röntgengerät 1 gewonnenen Röntgenbild 14 der veränderten Situation entsprechend online anpassen kann. Auf diese Weise sind nicht nur statische, sondern auch kontinuierlich aufeinanderfolgende, mit der Einblendung des Abbildes 23 des medizinischen Instrumentes 22 versehene Röntgenbilder 14 erzeugbar.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels erstellt ein in der Figur nicht dargestellter Arzt vor dem medizinischen Eingriff mit dem C-Bogen Röntgengerät 1 das Röntgenbild 14 vom Patienten P. Danach plant er im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels den bevorstehenden medizinischen Eingriff, indem er eine für die Reponierung des Knochenfragments F erforderliche Bewegung des Knochenfragments F simuliert. Der Arzt simuliert dazu die Bahn, auf der das Knochenfragment K mit dem medizinischen Instrument 22 während der Reponierung bewegt werden soll, indem er die eingeblendete Marke 14b an das segmentierte Abbild 14a des Knochenfragments F heranhält, die Taste der Rechnermaus 15 aktiviert sobald er die Marke 14b an das Abbild 14a herangeführt hat und das Abbild 14a bewegt, indem er mit aktivierter Taste der Rechnermaus 15 die Rechnermaus 15 bewegt. Hat er eine für ihn günstige Bahn gefunden, so speichert er diese in dem Bildrechner 13 ab.

Anschließend führt der Arzt das medizinische Instrument 22 in den Körper des Patienten P ein und ergreift mit dem in den Körper des Patienten P eingeführten Ende das zu reponierende

Knochenfragment F. Während der Arzt das medizinische Instrument 22 in den Körper des Patienten P einführt, kann er im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels wählen, ob das Abbild 23 des medizinischen Instruments 22 in das Röntgenbild 14 eingeblendet werden soll.

Wenn der Arzt mit dem medizinischen Instrument 22 das Knochenfragment F ergriffen hat, ist das Knochenfragment F mit dem medizinischen Instrument 22 wenigstens im Wesentlichen starr verbunden, so dass er das Knochenfragment F mit dem medizinischen Instrument 22 bewegen kann. Ferner ist die räumliche Ausdehnung des medizinischen Instruments 22 bekannt und es stehen Änderungen der Positionen des medizinischen Instrumentes 22, des C-Bogen Röntgengerätes 1 oder des Oberschenkelknochens K im Bildrechner 13 quasi unmittelbar zur Verfügung. Daher kann der Bildrechner 13 insbesondere aufgrund der veränderten Position des medizinischen Instrumentes 22, die veränderte Position des Knochenfragments F während der Reponierung errechnen und das Abbild 14a des Knochenfragments F im Röntgenbild 14 entsprechend der Bewegung des Knochenfragments F nachführen. Die veränderte Anzeige des Abbildes 14a des Knochenfragments F kann entweder kontinuierlich, also quasi in Echtzeit, oder gesteuert durch ein Triggersignal erfolgen.

Als Navigationssystem muss im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels nicht notwendigerweise ein optisches Navigationssystem zum Einsatz kommen. Vielmehr sind insbesondere auch magnetische Navigationssysteme zur Bestimmung der Positionen von Instrumenten, C-Bogen Röntgengerät und Oberschenkelknochen geeignet.

Die Positionen des medizinischen Instrumentes 22, des C-Bogen Röntgengerätes 1 und des Oberschenkelknochens müssen im Übrigen nicht gleichzeitig erfasst werden.

Die Ermittlung der Positionen des C-Bogen Röntgengerätes 1 und des Oberschenkelknochens K muss nicht durch das beschriebene Navigationssystem erfolgen. Vielmehr können die Positionen auch durch andere geeignete Mittel zur Positionserfassung, welche beispielsweise auf Basis signaltragender Wellen arbeiten, ermittelt werden.

Der dem Röntgenbild 14 zugeordnete Volumendatensatz muss auch nicht notwendigerweise im Bildrechner 13 des C-Bogen Röntgengerätes 1 gespeichert sein. Er kann auch in einer externen Datenverarbeitungseinrichtung gespeichert sein.

Der Bilddatensatz muss auch nicht notwendigerweise mit einem C-Bogen Röntgengerät 1 hergestellt werden. Andere Röntgengeräte oder generell Mittel zur Erzeugung eines Bilddatensatzes, die nicht auf Röntgenbasis arbeiten, sind ebenfalls möglich. Der Bilddatensatz kann auch ein zweidimensionaler Bilddatensatz sein oder insbesondere aus vorzugsweise orthogonalen multiplen 2D-Projektionsbilder gewonnen werden.

Der dem Röntgenbild 14 zugeordnete Volumendatensatz kann auch präoperativ, z.B. mit einem Computertomographen, hergestellt werden. Für die Ermittlung der Position des medizinischen Instruments und somit des Knochenfragments ist eine räumliche Transformation der bezüglich eines ersten Koordinatensystems angegebenen Koordinaten des in definierter Weise an dem medizinischen Instrument angeordneten Positionssensors des Navigationssystems in die räumlichen Koordinaten des für die Navigation verwendeten, mit den Mitteln zur Erzeugung eines Bilddatensatzes gewonnenen Bildes des Patienten notwendig. Diese Transformation wird als Registrierung bezeichnet. Für die Registrierung können Marker am Patienten angebracht werden. Die Positionen der Marker werden zum Einen mit dem Positionssensor des Navigationssystems in dem ersten Koordinatensystem identifiziert und zum Anderen beispielsweise durch manuelle Eingabe mit einem Eingabemittel im Koordinatensystem des mit den Mitteln zur Erzeugung eines Bilddatensatzes ge-

wonnenen und zur Navigation verwendeten, in einer Datenverarbeitungseinrichtung gespeicherten Bildes identifiziert. Aus den beiden, in dem ersten Koordinatensystem und in dem Koordinatensystem des zur Navigation verwendeten Bildes identifizierten Punktmengen der Marker kann schließlich eine Transformation berechnet werden, die während der Navigation die in dem ersten Koordinatensystem mit dem Positionssensor des Navigationssystems erfassten Positionen des medizinischen Instruments in die Koordinaten des Bildes transformiert.

## Patentansprüche

## 1. Medizinische Vorrichtung, aufweisend

- 5 - eine zum Speichern eines Bilddatensatzes vom Körper eines Lebewesens (P) vorgesehene Datenverarbeitungseinrichtung (13), an die ein Sichtgerät (11) zum Visualisieren des dem Bilddatensatz zugeordneten Bildes (14) zumindest indirekt anschließbar ist,
- 10 - Mittel zum Segmentieren (13) von wenigstens einem in dem Bild (14) dargestellten Knochenfragment (F) des Lebewesens (P),
- ein zur Einführung in den Körper des Lebewesens (P) vorgesehenes medizinisches Instrument (22), mit dessen in den
- 15 Körper eingeführtem Ende das Knochenfragment (F) ergreifbar und mit dem medizinischen Instrument (22) bewegbar ist,
- ein Navigationssystem (16-21) zur Bestimmung der Position des medizinischen Instruments (22) relativ zum Körper des Lebewesens (P), während das Knochenfragment (F) mit dem me-
- 20 dizinischen Instrument (22) bewegt wird und
- die Datenverarbeitungseinrichtung (13) derart ausgeführt ist, dass sie aufgrund der mit dem Navigationssystem (16-21) bestimmten Position des medizinischen Instrumentes (22) relativ zum Körper des Lebewesens (P) die veränderte Posi-
- 25 tion des Knochenfragments (F) bestimmt und diese im Bild (14) anzeigt.

2. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Bilddatensatz mit einem Röntgengerät (1) hergestellt wird.

30

3. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Bilddatensatz ein Volumendatensatz ist.

4. Medizinische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Bilddatensatz aus multiplen 2D-Projektionsbilder gewonnen wird.

35

5. Medizinische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Bilddatensatz präoperativ hergestellt wird.

6. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der vor der Bestimmung der Position des medizinischen Instruments (22) relativ zum Körper des Lebewesens (P) eine Registrierung vorgenommen wird.

7. Medizinische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Bilddatensatz intraoperativ hergestellt wird.

8. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 7, die ein C-Bogen Röntgengerät (1) umfasst, mit dem der Bilddatensatz intraoperativ hergestellt wird, und bei der die Position des C-Bogen Röntgengerätes (1) gleichzeitig mit der Position des medizinischen Instruments (22) erfassbar ist.

9. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, die ein Referenzelement (20) umfasst, das an das Lebewesen (P) angeordnet wird und mit dem die Position des Lebewesens (P) gleichzeitig mit der Position des medizinischen Instruments (22) erfassbar ist.

10. Medizinische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der das Navigationssystem (16-21) eine registrierfreie Bestimmung der Position des medizinischen Instruments (22) relativ zum Körper des Lebewesens (P) erlaubt.

## Zusammenfassung

## Medizinische Vorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine medizinische Vorrichtung mit einer zum Speichern eines Bilddatensatzes vom Körper eines Lebewesens (P) vorgesehenen Datenverarbeitungseinrichtung (13) und einem Navigationssystem (16-21) zur Bestimmung der Position eines medizinischen Instruments (22) relativ zum Körper  
10 des Lebewesens (P). Im dem Bilddatensatz zugeordneten Bild (14) ist wenigstens ein Knochenfragment (F) dargestellt, dessen Abbild (14a) mit Mitteln zum Segmentieren segmentiert wird. Mit dem medizinischen Instrument (22) soll das Knochen-  
15 fragment (F) ergriffen und reponiert werden. Die Datenverarbeitungseinrichtung (13) ist ferner derart ausgeführt, dass sie aufgrund der mit dem Navigationssystem (16-21) bestimmten Position des medizinischen Instrumentes (22) relativ zum Körper des Lebewesens (22) die veränderte Position des Knochen-  
20 fragments (F) bestimmt und diese im Bild (14) anzeigt.

Figur



